

выдавливания и конструирования штампов [Текст] / В. А. Евстратов. – Х.: Вища школа, 1987. – С.144. 3. Норицын И. А. Тенденция развития объемной штамповки в закрытых штампах / И. А. Норицын // Кузнечно-штамповочное производство. – 1972. – № 9. – С. 1-6. 4. Качанов А. П. Прогнозування не співвідності пуансона і матриці на операціях холодного зворотного видавлювання / А. П. Качанов, Д. О. Корольов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні: зб. наук. пр. Краматорськ - Хмельницький – 2002. – С. 420-422. 5. Овчинников А. Г. Деформируемость сплавов при холодном обратном выдавливании полых цилиндрических изделий / А. Г. Овчинников // Кузнечно-штамповочное производство – 1980. – №1. – С. 7-10. 6. Антонюк Ф. И. Сравнительная оценка эффективности способов повышения точности холодной объемной штамповки на основе статистических методов анализа / Ф. И. Антонюк // Кузнечно-штамповочное производство – 2006. – №12. – С. 19-23. 7. Антонюк Ф. И. Точность холодной объемной штамповки на кривошипных прессах с упорами и без упоров. Ч.2. Обратное выдавливание и штамповка в закрытом штампе / Ф. И. Антонюк, Е. Н. Ланской // Кузнечно-штамповочное производство – 2004. – №1. – С. 19-29. 8. Антонюк Ф. И. Повышение точности холодной объемной штамповки на гидравлических прессах / Ф. И. Антонюк, А. Н. Малышев // Кузнечно-штамповочное производство. – 2005. – №11. – С. 14-18. 9. Банкетов А. Н. О расчете мощности электродвигателя кривошипных кузнечно-прессовых машин / А. Н. Банкетов, О. М. Соснин // Кузнечно-штамповочное производство. – 1979. – №11. – С.19-21.

УДК 621.983

**ВАСИЛЬЕВ К.И.,
ЯБЛОНОВСКАЯ А.В.,
ОХРИМЕНКО М.А.**

Кафедра «Системы пластического деформирования» МГТУ «СТАНКИН»

РАСЧЕТ ДИАМЕТРА ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ВЫТЯЖКИ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ДЕТАЛИ С ОБРАЗУЮЩЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ.

Рассмотрены 5 возможных способов вычисления диаметра исходной заготовки при вытяжке осесимметричных деталей из листового материала, 3 из которых подробно изложены в справочниках и учебниках. Показано, что, используя разработанную универсальную параметрическую модель штампуемой детали, можно без написания программного кода быстро определить диаметр исходной заготовки для вытяжки осесимметричной детали с образующей произвольной конфигурации.

В процессе разработки технологического процесса вытяжки деталей сложной формы возникают трудности при расчете размера исходной заготовки. Традиционно для определения размеров плоской заготовки при вытяжке полых тел используется три метода[1, 2, 3]:

1. Метод на основе табличных данных.

Расчет диаметра заготовки наиболее распространенных конфигураций деталей типа тел вращения осуществляется по расчетным зависимостям, сведенных в справочные таблицы и приведенных в справочной литературе.

2. Метод равенства поверхностей.

Сущность метода состоит в том, что образующую изделия условно разбивают на ряд простых геометрических фигур, площади поверхностей которых легко вычислить. Приравнивая сумму площадей всех элементарных поверхностей готового изделия площади заготовки, вычисляют диаметр.

3. Графоаналитический метод.

Графоаналитический метод применяется для расчета размеров (диаметра) заготовки деталей, имеющих образующую сложной конфигурации и предполагает последовательное выполнение следующих шагов [4]:

а) В натуральную величину или в увеличенном масштабе вычерчивается контур детали с учетом припуска на обрезку.

б) Контур образующей разбивается на отдельные элементы. При этом криволинейные участки делятся на небольшие отрезки, которые условно принимаются за прямолинейные.

в) По масштабу чертежа определяются длины прямолинейных отрезков и расстояния от середины этих отрезков до оси вращения (оси симметрии).

г) На основании равенства площади боковой поверхности штампуемой детали и площади заготовки в плане вычисляется диаметр круглой заготовки.

Описанный метод является достаточно громоздким и трудоемким, но до настоящего времени являлся единственным методом, хотя и недостаточно точным, для расчета диаметра заготовки для детали, имеющей образующую достаточно сложной конфигурации.

В настоящей работе предлагается современный компьютерный метод определения диаметра круглой в плане заготовки, используя возможности графических редакторов параметрического проектирования и черчения.

В графическом пакете *T-Flex CAD* создана универсальная модель, представляющая собой совокупность линейных участков и дуг окружностей. Исходными данными является толщина материала (S), длины прямолинейных участков соответствующих элементов (L), радиусные (R) и угловые размеры дуговых участков, а также вогнутость или выпуклость соответствующих дуговых элементов. Для удобства работы с моделью создано диалоговое окно, в котором можно ввести размеры участков детали и изменять геометрическую конфигурацию деталей. Детали могут иметь габаритные размеры от нескольких миллиметров до нескольких метров и толщину от десятых долей до нескольких десятков миллиметров. Универсальная модель и окно диалога для коррекции исходных данных представлены на рис. 1.

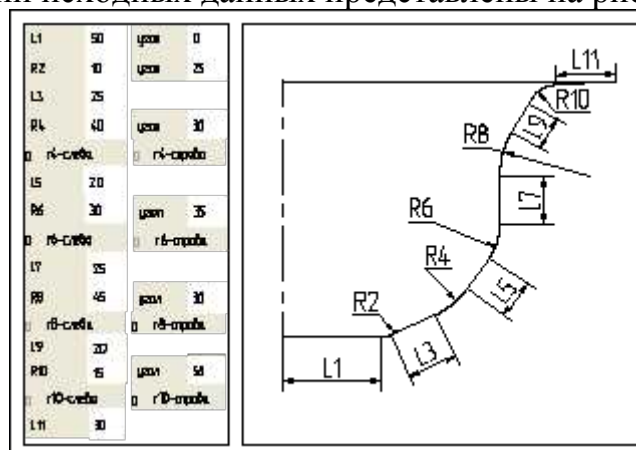


Рис. 1. Параметрическая модель для расчета диаметра круглой в плане заготовки

Нумерация участков выполняется от оси вращения к периферии. Прямолинейным участком присваиваются нечетные номера, дуговым – четные. Если один дуговой участок плавно переходит в другой, то длина прямолинейного участка, находящегося между ними, принимается равной нулю.

При вычислении диаметра круглой в плане исходной заготовки традиционно считают, что толщина детали не меняется, поэтому диаметр заготовки может быть опре-

делен исходя из равенства площадей боковых поверхностей получаемой детали и заготовки, т.е.

$$F_{заг} = F_{дет}, \quad (1)$$

где $F_{заг}$ – площадь круглой заготовки в плане, мм²;

$F_{дет}$ – площадь боковой поверхности детали, мм².

Для определения диаметра заготовки необходимо вычислить площадь боковой поверхности детали по средней линии контура.

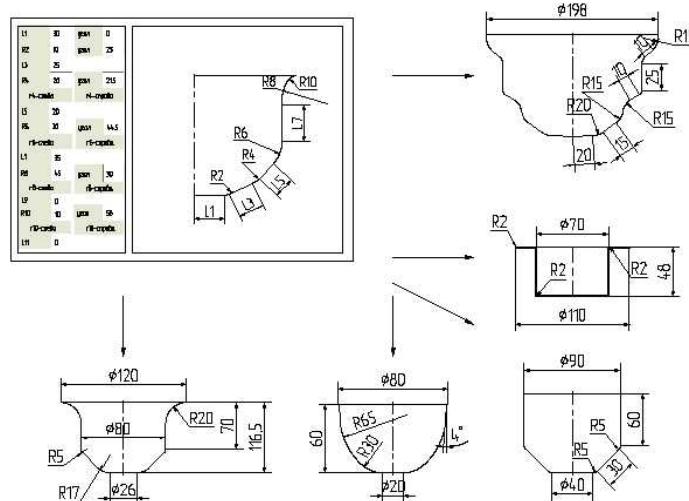


Рис. 2. Параметрическая модель с примерами возможных геометрических конфигураций деталей.

Площадь поверхности детали $F_{дет}$ вычисляется по первой теореме Гюльдена: площадь поверхности фигуры, полученной плоско – параллельным перемещением замкнутого или незамкнутого контура по произвольной траектории или его вращением определяется как произведение длины образующей на длину пути, который проходит координата центра тяжести этого контура. На рис. 3 изображена деталь толщиной S , состоящая из двенадцати простых элементов с линейными размерами L_n и радиусами R .

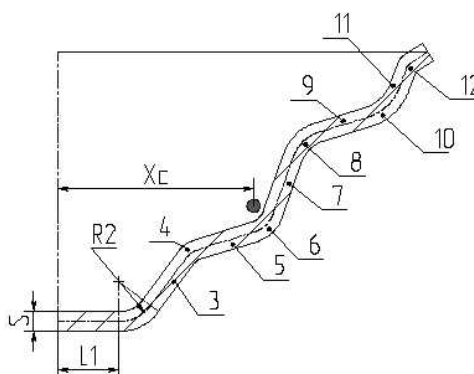


Рис.3. Пример разбиения контура детали на прямолинейные и дуговые участки.

$$F_{нов} = 2\pi X_c L, \quad (2)$$

где X_c – расстояние от оси симметрии до центра тяжести образующей, мм;

L – длина образующей, равная сумме длин элементов контура, мм.

Для определения числового значения длины образующей и координаты центра тяжести образующей выполнена обводка средней линии и штриховка сечения (области

контура детали) с учетом толщины материала. Используя возможности графического пакета *T-Flex CAD*, автоматически определяется длина образующей и расстояние центра тяжести области штриховки до оси вращения.

Диаметр исходной заготовки определяется из равенства площадей

$$D_{заг} = \sqrt{\frac{4F_{нов}}{\pi}}, \quad (3)$$

где $D_{заг}$ – диаметр круглой в плане заготовки.

Результаты расчета по данной модели проверены на систематизированных табличных значениях, полученных опытным путем, и зависимостях, выведенных для общих случаев и приведенных в справочной литературе.

Сравнение результатов расчета диаметра исходной заготовки, выполненного вручную графо-аналитическим методом, с результатами по предложенному способу дает расхождение не более 5%.

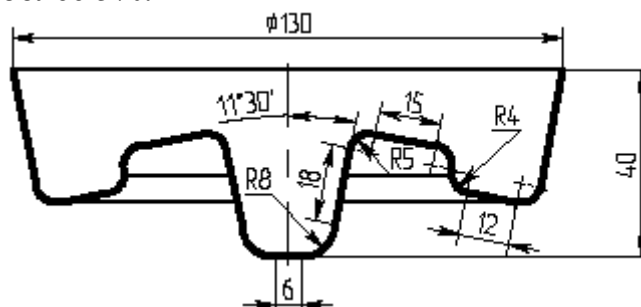


Рис. 4. Чертеж детали, получаемой вытяжкой

В качестве примера рассмотрим чертеж детали сложной конфигурации, представленный на рис. 4. В разработанной модели для получения чертежа данной детали заполняем графы диалогового окна: $L1=3\text{мм}$, $R2=8\text{мм}$ и угол $78,5^\circ$, $L3=18\text{мм}$, $R4=5\text{мм}$ и угол 90° , $L5=15\text{мм}$, $R6=5\text{мм}$ и угол 90° , $L7=0\text{мм}$, $R8=4\text{мм}$ и угол 90° , $L9=12\text{мм}$, $R10=4\text{мм}$ и угол 90° , $L11=29\text{мм}$.

3D-изображение данной детали приведено на рис. 5.

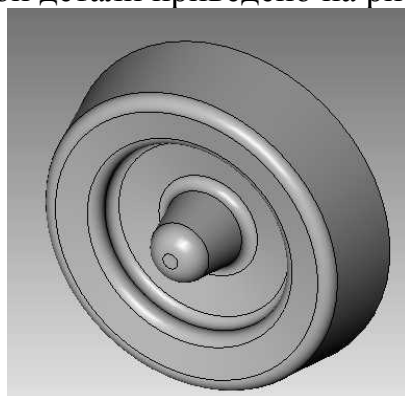


Рис. 5. 3D-изображение рассматриваемой детали

Другой предлагаемый метод расчета основан на применении второй теоремы Гюльдена, согласно которой объем тела, полученного плоскопараллельным перемещением или вращением замкнутого контура, определяется как произведение площади области, ограниченной замкнутым контуром, на длину пути, который проходит координата центра тяжести этого контура.

Для этого выполняется вращение контура сечения детали, модифицированного с помощью окна диалога с учетом толщины материала и средствами графического ре-

дактора *T-Flex-CAD* определяется объем тела, полученного вращением. Далее, зная толщину материала и объем круглой в плане заготовки, который приравнивается объему получаемой детали, легко вычисляется диаметр круглой в плане заготовки.

Следует заметить, что все вышеперечисленные действия скрыты от пользователя и выполняются автоматически. Поэтому технолог сразу получает готовый результат после заполнения или модификации размерных параметров получаемой детали.

При необходимости количество участков разбиения может быть легко увеличено. Разработанная модель избыточна. Если контур образующей имеет меньшее количество участков, то длины лишних прямолинейных участков и угловые значения радиусных участков задаются равными нулю.

Созданная модель позволяет автоматически определять диаметр круглой в плане исходной заготовки для вытяжки осесимметричных деталей сложной формы, что сокращает время при проектировании технологического процесса вытяжки детали. Разработанная модель универсальна и может применяться для определения размеров заготовки при штамповке осесимметричных деталей произвольной конфигурации.

Список литературы: 1. Попов Е. А. Технология и автоматизация листовой штамповки – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000 г. 2. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке – Л.: Машиностроение, 1979 г. 3. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ Под. ред. Л. И. Рудмана – М.: Машиностроение, 1988 г. 4. РТМ 34 – 65. Штампы для холодной листовой штамповки. Расчеты и конструирование. – М.: Стандарты, 1965.

УДК 621.983

КУЗЬМЕНКО В.И., д.т.н., проф., МГТУ Станкин, г. Москва

ЛЫЖНИКОВ Е.И., к.т.н. проф., МГТУ Станкин, г. Москва

ПРОЦЕССЫ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ВЗАМЕН ЛИТЬЯ

Представлены и описаны технологические процессы изготовления деталей строительной индустрии методами листовой штамповки взамен операций литья

Representation and description of technological processes of manufacturing parts of the construction industry methods stamping operations instead of casting.

В строительной индустрии находит широкое применение горизонтальные и диагональные стяжки вертикальных трубных опор и объемных стоек. Основой стяжки являются три детали: чашка нижняя, клин, чашка верхняя (рис.1).